

スポーツ選手の顎口腔機能について (第二報)

Effect of mouth protector on dental occlusal function and muscular strength

内藤 祐子*, 高柳 篤史**, 室 増 男***,
松本 高明****, 渡辺 剛*****,
市川 公一*****

Yuko NAITO *, Atsushi TAKAYANAGI **, Masuo MURO ***,
Takaaki MATSUMOTO ****, Takeshi WATANABE *****,
and Kouichi ICHIKAWA *****

ABSTRACT

The purpose of this study to investigate the usefulness of mouthprotector for elevation of exercise ability. Seven University swimming players were chosen as the subjects for the experiment 1 concerning custom-made mouth protectors(soft type and hard type) and their effects on the occlusal force by using Dental Prescale and Occluser. In the experiment 2, modulation of the human soleus H-reflex was studied during voluntary teeth clenching in both conditions with and without mouth protectors of 4 healthy adult volunteers. There were used to the kind of custom-made or commercial mouth protectors.

The following results were obtained:

- 1)The mean occlusal force level after the fitted mouthprotector was greater than before.
- 2)The force valance was corrected with hard type of mouth protector.
- 3)Significant differences were found between with and without mouth protectors in 4 subjects in soleus H-reflex.

Key words; mouth protector, occlusal force, soleus H-reflex, muscular strength

はじめに

近年、スポーツ歯学の分野が確立され顎口腔機能と身体運動機能との関連に関心が寄せられている⁵⁾⁻⁸⁾。これまで、我々はデンタルプレスケールとオクルーザーを用いて体育学部男子大学生の咬合

状態の評価を行うと同時に噛み合わせおよび顎運動の口腔診査を実施し、双方の関連性について検討を加えてきた¹⁾⁻⁴⁾。その結果、咬合力の左右バランスが良好な群は不良な群と比較して咬合力が大きく、最大握力の値が高いことが判明した。さらに、咬合力バランスが不良な群では顎運動機能

* 国士舘大学体育学部体育生化学教室 (Dept. of Sport Biochemistry, Faculty of Physical education, Kokushikan University)

** 東京歯科大学衛生学講座 (Dept. of Hygiene, Tokyo Dental College)

*** 東邦大学医学部運動科学研究室 (Dept for Exercise Physiology, School of Medicine, Toho University)

**** 国士舘大学体育学部スポーツ医科学教室 (Dept. of Sports Medicine, Faculty of Physical education, Kokushikan University)

***** 国士舘大学体育学部運動生理学教室 (Dept. of Exercise Physiology, Faculty of Physical education, Kokushikan University)

***** 国士舘大学体育学部解剖学教室 (Dept. of Anatomy, Faculty of Physical education, Kokushikan University)

に影響を与えること、咬合力とゴニアル角度との間には負の相関があり、さらに、種目特性から歯牙の著しい咬耗が認められることを報告した。

咬耗からの歯牙の保護や咬合力バランスの改善といった観点からマウスプロテクター（マウスガード、マウスピース）の装着が有効である。マウスプロテクターは本来、スポーツ傷害への対応として開発された器具で、口腔内を保護するばかりか脳や頸への損傷を減弱させるクッションのような役割を果たす。しかし、現状ではボクシング、空手、アメリカンフットボールといったマウスガードの装着が義務づけられているスポーツ種目以外の普及率はきわめて低い。その理由としては①マウスガードの存在を知らないものが多い、②マウスガード装着による不快感が運動能力を低下させるという考えが根強い事などが挙げられる。その一方で、ある特定の競技分野ではマウスガードによる咬合挙上がスポーツパフォーマンスの向上をもたらすとして捉えられている。これは多くの競技種目で報告されている反面、咬合挙上による筋力アップはプラセボ効果だとする報告も散見する⁹⁾¹⁰⁾。

そこで、本研究ではマウスプロテクターの装着によって咬合力や咬合力バランスがどのように変化するのか、また筋出力の変化に着目し、マウスプロテクターの有用性について検討を行った。

方 法

I 被験者

咬合力変化を検討する実験の被験者は本学体育学

部水泳部に所属する男子大学生7名（年齢19.4±0.8歳）である。被験者の身体的特性は表1に示した。また、筋出力系の変化の検討するためには新たに成人男子4名（年齢22±1歳）を被験者とした。なお、被験者に対しては予め研究の目的、方法について十分な説明を行い承諾を得た。

II マウスプロテクターの作製

咬合力の変化の実験ではソフトタイプとハードタイプのカスタムメイド・マウスプロテクターを実験に用いた。筋出力系の実験には既製品（EZGARD社製）とカスタムメイドのマウスプロテクター（ソフトタイプ）を用いて比較した。

III 測定項目

(1) 口腔内及び顎運動機能の測定

学生水泳選手の咬合状態については表1に示した。不正咬合の判定は日本歯科医師会の分類基準に従った。さらに、顎運動機能については前回の報告に照らし合わせて咬合力と関係の深いゴニアル角度と下顎下縁長を測定した。筋出力系の変化の被験者4名はいわゆる個性正常咬合を有し、顎口腔機能に異常を認めず、かつ定期的な筋力トレーニングを行っていない健常者で全員筋力発揮時のクレンチング習慣はなかった。

(2) マウスプロテクターの作製

咬合力の変化にはソフトタイプとハードタイプの2種類のマウスプロテクター（カスタムメイド）を用いた（図1）。すなわち、被験

表1 身体的特徴および口腔診査

人数（名）	7
年齢（歳）	19.4±0.8
身長（cm）	175.3±3.5
体重（kg）	66.6±4.7
下顎下縁長（cm）	95.7±6.3
下顎下縁長差（cm）	0.9±1.6
ゴニアル角度（度）	136.7±4.2
ゴニアル角度差（度）	0.6±1.11
咬合力バランス（%）	41.0±6.1

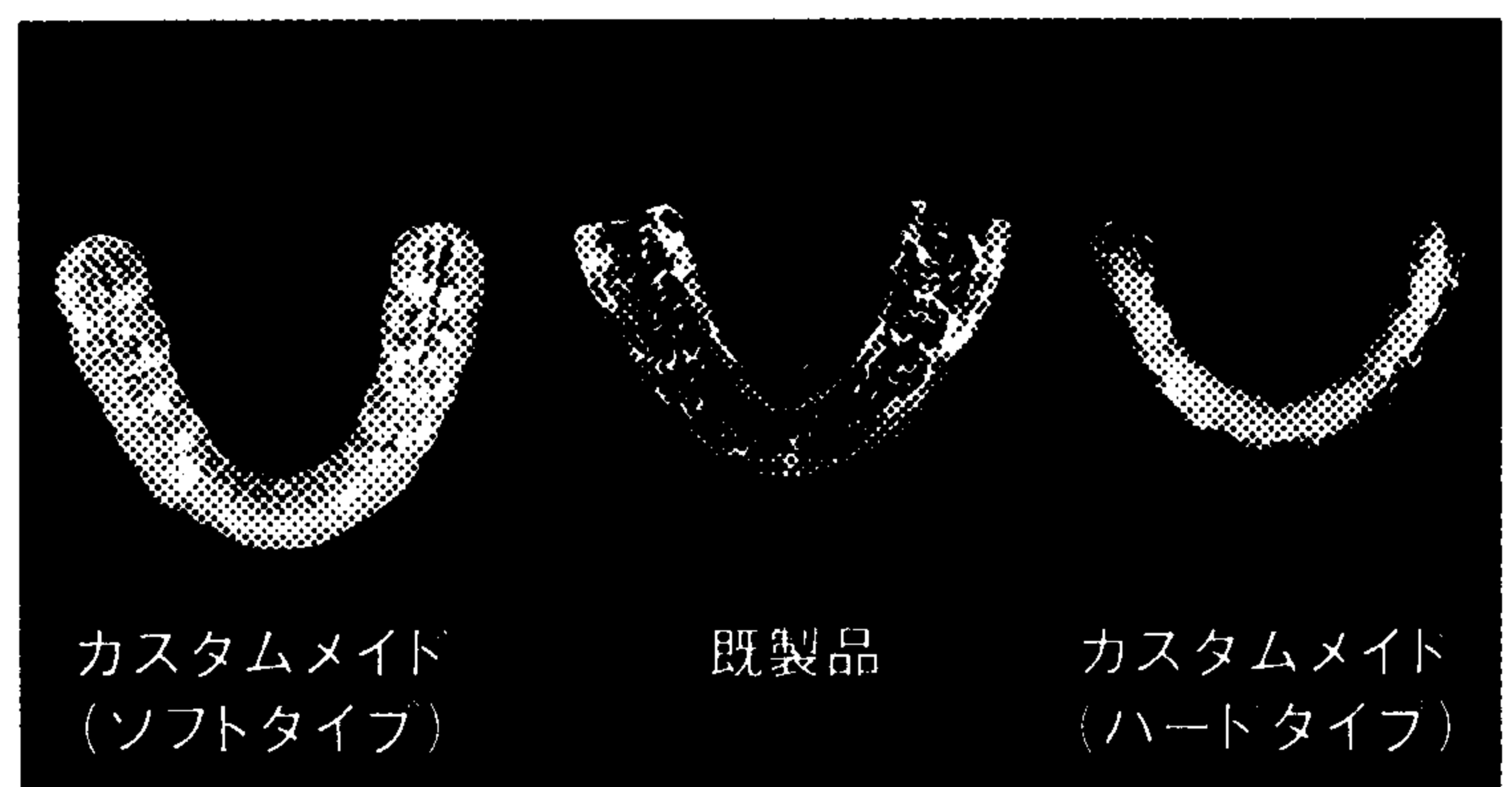


図1 実験に供したマウスプロテクター

者の上顎歯列を既製トレーを用いアルジネート印象材で印象採得を行い、作業用模型を作製した。ソフトタイプのマウスプロテクターは歯列模型に加熱重合型シリコンを加圧圧接、成形して完成させた。ハードタイプはシリコンの代わりにポリカーボネイトを用いて作製した。咬合調整はマウスプロテクターを被験者に装着させ辺縁部の調整ならびに咬合面の削合、添加および修正を行って歯列全体が均一に接する様に調整し完成させた。

筋出力系ではソフトタイプのカスタムメイドと市販 (EZGARD社製) のマウスプロテクターを使用して比較した。市販品は熱により塑性変化をあたえ口腔内に装着するタイプである。

(3) 咬合機能の測定

咬合機能は咬合力、平均咬合圧力および咬合力バランスを測定した。すなわち、各被験者にデンタルプレスケール30HのタイプR型シートを随意性最大咬合力でそれぞれ噛ませ、咬合状態を記録した。これらのデンタルプレスケールはOCCLUZER (富士写真フィルム社製、FPD704) によって読みとって、咬合力、平均咬合圧力および咬合力バランスを計測した。

(4) H反射の測定

H反射は表面電極によって後脛骨神経を電流刺激し、ヒラメ筋から導出した。刺激は300 μ secの矩形波で刺激頻度は0.5Hzであった。記録用の表面電極はヒラメ筋筋腹上におき、仰臥安静状態でH反射を誘発させた。導出したH波は増幅器で増幅し、ストレージオシロスコープで記憶させペンレコーダーに記録した。この測定を各条件についてランダムにそれぞれ5回ずつ行い、平均H波の振幅を求めた。咬合条件は下顎安静位と最大随意性咬合力 (最大の力で噛みしめた時) とした。

(5) 統計処理

統計処理はStudentのt-testにより平均値の差の検定を行い、危険率5%未満を有意水準とした。

結 果

I 咬合力の変化

表2にマウスプロテクター装着前の各被験者の咬合力、平均咬合圧、咬合力バランスを示す。本実験の被験者7名中5名が正常咬合、開咬が1名、上顎前突が1名であったが、喪失歯はなかった。表3は各被験者のマウスプロテクター装着後の測定値、図2にはそのヒストグラムを示した。マウスプロテクター非装着での咬合力の平均は276Nであった。一方、プロテクターを装着すると個人によって増減はあったが、全体では増加する傾向がみられた。特に、ソフトタイプのプロテクターを装着すると測定者全員の咬合力が顕著に増加した ($p<0.05$)。

マウスプロテクターの平均咬合圧の変化は図3に示した。マウスプロテクター非装着時では8.0MPaの平均圧が、ハードタイプのプロテクターを装着すると8.7MPaに増加した。一方、ソフトタイプは非装着の時と比較して7.0MPaと減少した。

表2 マウスプロテクター装着前の咬合力

	咬合力(N)	平均咬合圧(MPa)	咬合力バランス(%)
1	178	9.6	47
2	283	9.2	42
3	363	9.5	50
4	458	6.8	34
5	268	7.4	35
6	122	7.1	42
7	260	6.6	37

表3 マウスプロテクター装着後の咬合力

	ハードタイプ			ソフトタイプ		
	咬合力(N)	平均咬合圧(MPa)	咬合力バランス(%)	咬合力(N)	平均咬合圧(MPa)	咬合力バランス(%)
1	146	9.6	56	278	6.6	50
2	445	9.2	50	484	7	46
3				640	7.1	43
4	268	9.2	40			
5	168	8.3	51	621	6.9	48
6	200	9.2	54	316	7.4	36
7	586	7	57	440	7.1	43

図4はマウスプロテクターの装着、非装着での左右咬合力バランスの変化をヒストグラムで表したものである。非装着では少し左へバランスが寄っている傾向が見られたが、マウスプロテクターを装着するとバランスの中心が正中へ移行した。特にハードタイプのマウスプロテクターを装着す

ると51%とバランスがほぼ真ん中に存在することが判明した。非装着時とハードタイプ装着時、ハードタイプとソフトタイプの間にはそれぞれ有意な差が認められた ($p<0.05$)。ソフトタイプ、ハードタイプともに左右のバランスが均等になるように作製したにもかかわらず、ソフトタイプでは非装着時のバランスのずれを完全に是正することができなかった。

II 筋出力系の変化

マウスプロテクター装着、非装着の場合でのヒラメ筋のH反射の促進の変化を図5に示した。咬合力に関してソフトタイプの方がハードタイプと比べて高い値を示しているため、本実験ではソフトタイプを用いることにした。さらに、市販品の簡易式とカスタムメイド製のマウスプロテクターをとりあげて比較した。図5に示されたようにいずれの場合も下顎安静位と比較して、随意性最大で噛みしめた時の方がH反射の値は増大した。特に、マウスプロテクターを装着して噛みしめたときにH反射の増加が顕著であった。

考 察

コンタクトスポーツは競技特性から身体的損傷が多い。顎・顔面・口腔領域の外傷への予防としてはマウスプロテクターが有効である。例えば、大学アメリカンフットボール連盟ではマウスプロテ

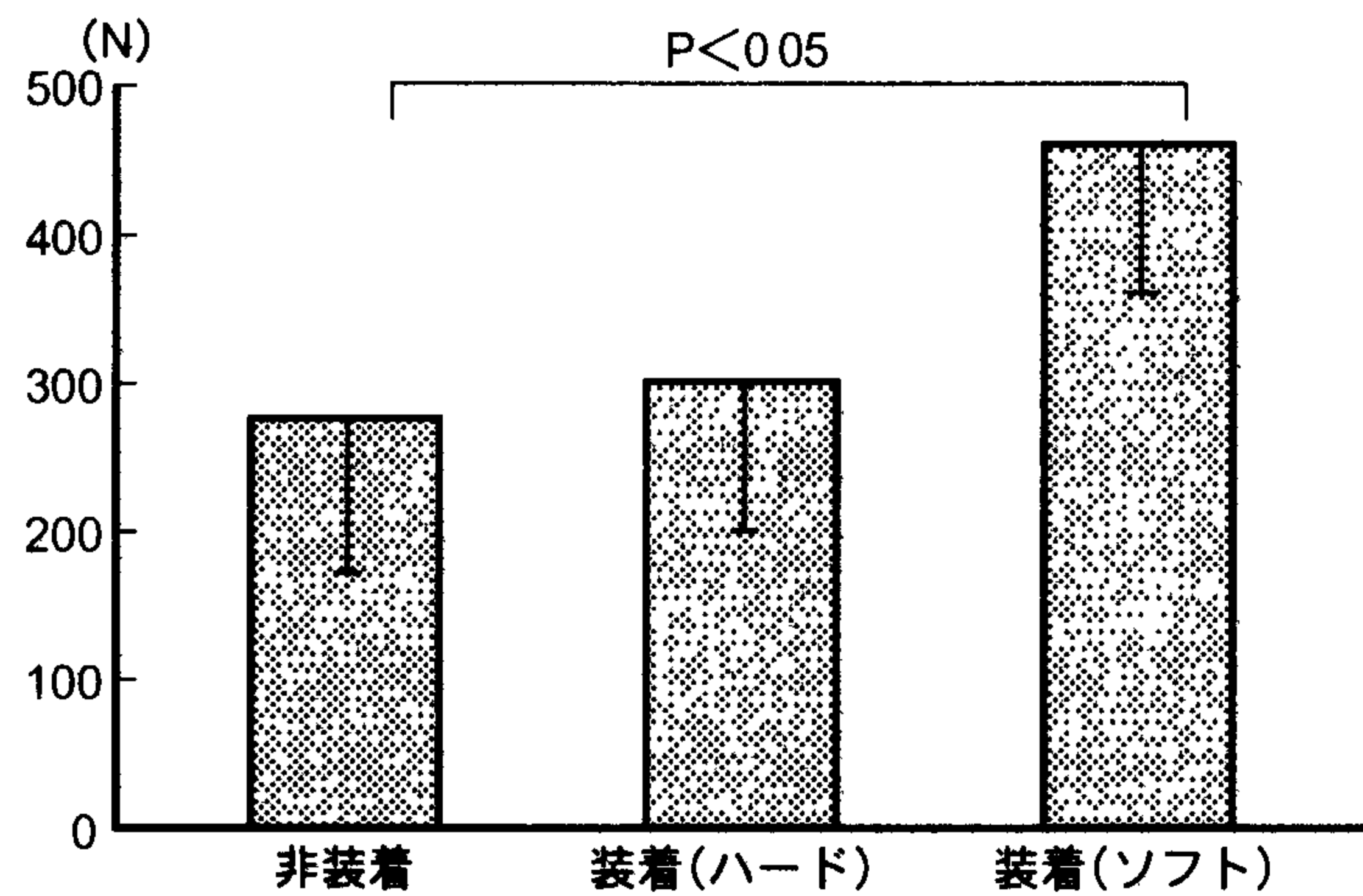


図2 マウスプロテクター装着前・装着後の咬合力

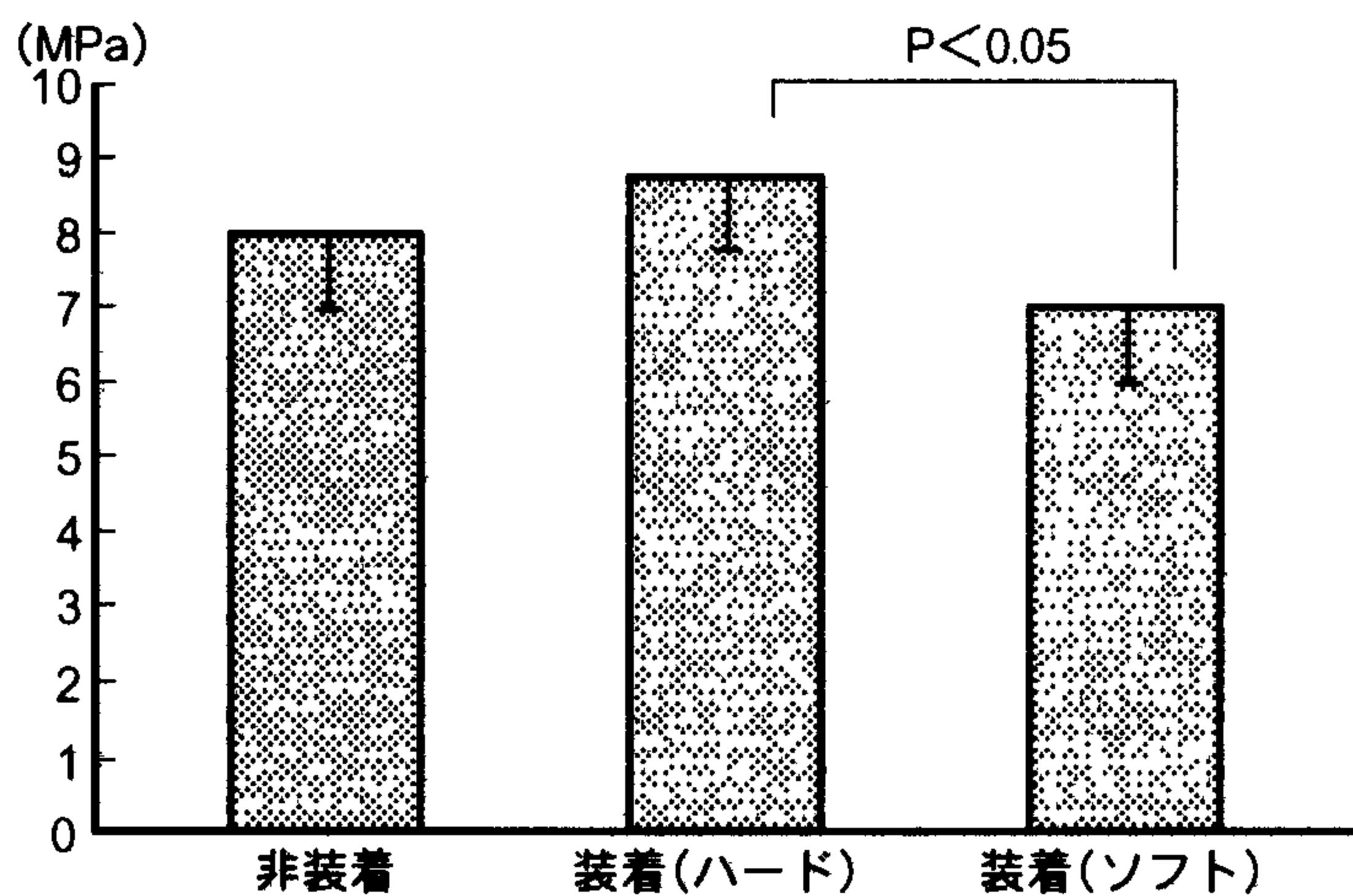


図3 マウスプロテクター装着前・装着後の平均咬合圧

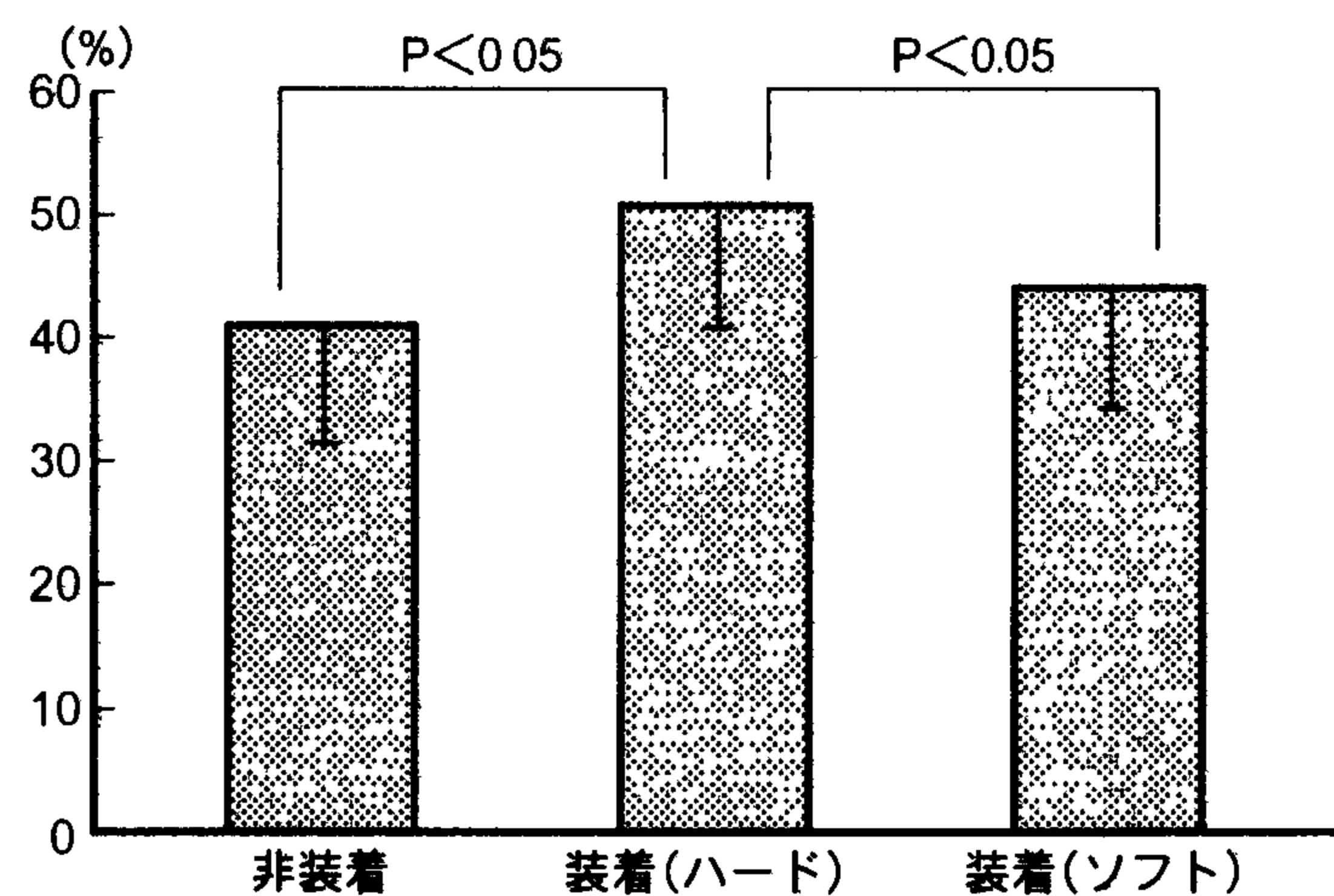


図4 マウスプロテクター装着前・装着後の咬合力バランス

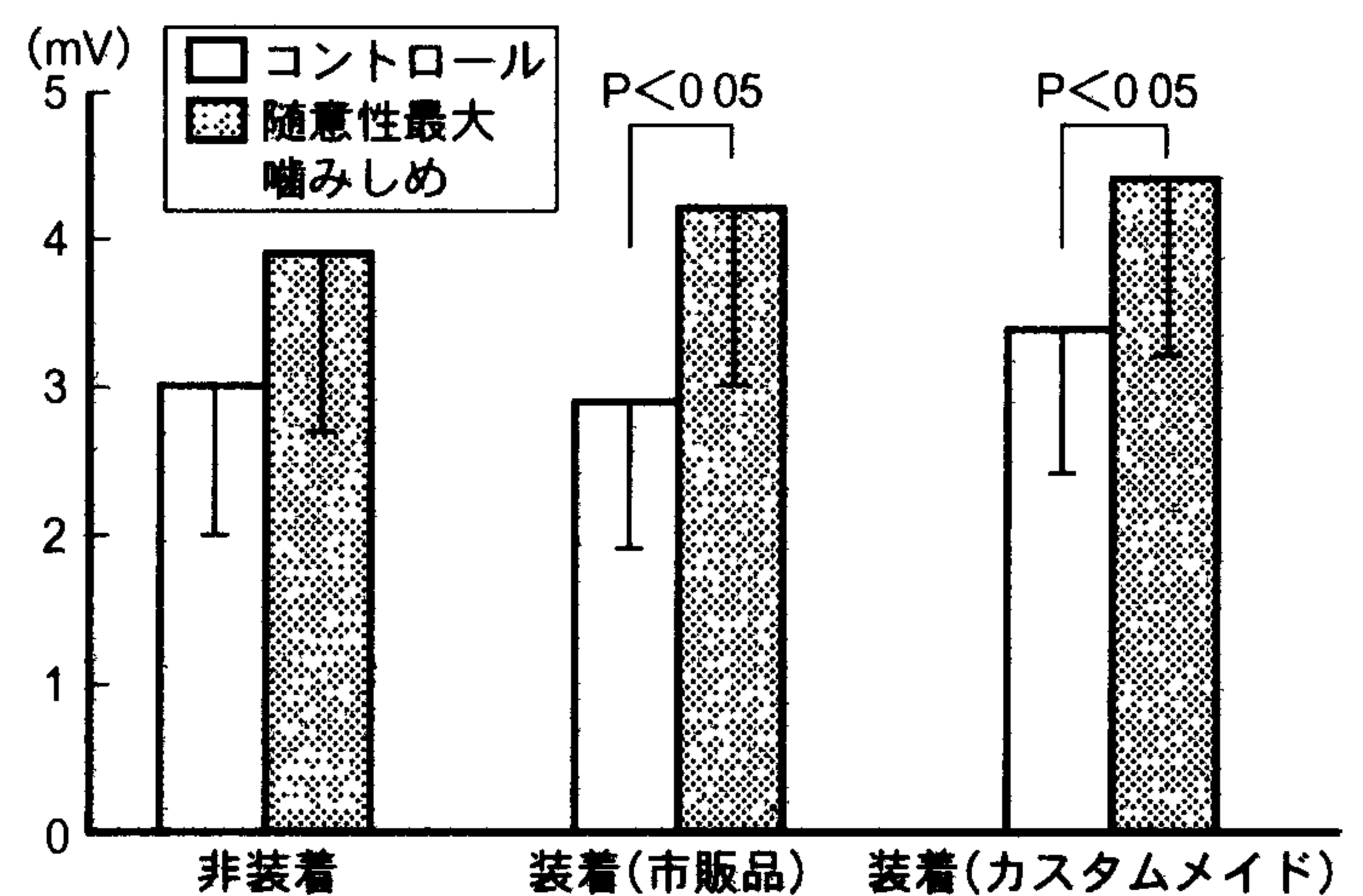


図5 マウスガード使用前後の噛みしめによるH反射の比較

クターの着用が義務づけられているし、実際にプロテクターの着用によって頭部外傷の受傷率が減少している。こうした報告は空手選手やプロテクターの着用が義務化されていないラグビー選手においてもみられ、口腔や頭部外傷予防に効果を発揮することは明白である。このようにマウスプロテクターはスポーツ傷害予防用の器具として開発されているものであるが、最近は咬合拳上装置として運動能力向上を期待して汎用されつつある。そこで、本研究では、カスタムメイドのマウスプロテクターを作製し、装着による咬合力の変化を調べた。さらに、筋出力系への影響をH反射を用いて測定し、マウスプロテクターの役割について検討を行った。

結果に示したように、マウスプロテクターの装着により咬合力は増加した。特に、ソフトタイプのマウスプロテクター装着では平均で1.5倍も咬合力の上昇につながった。一方、平均咬合圧は装着後では低下しているし、咬合力バランスも顕著な変化は認められなかった。したがって、ソフトタイプのマウスプロテクターによる咬合力の増加は上下の咬合接触部分が増大したことによるものと考えられる。一方、ハードタイプのプロテクターでは平均咬合圧力の値は増加し、咬合力バランスも中央に補正されていたにもかかわらず、ソフトタイプほどの咬合力増加には至らなかった。本来、ハードタイプのマウスプロテクターは顎関節症やクレンチング治療用に開発されたものである。バイトプレートによる顎関節改善は主に顎にかかる咬合圧の均一化および顎位の改善によると考えられており、咬合拳上としての役割はあまり期待できない。また、弾性が小さいため、顎位の安定は図れるものの歯や歯根膜に与える違和感は大いと考えられる。したがって、ハードタイプは咬合拳上としてではあくまでも力学的顎位の安定を目的として使用するべきであると考えられる。

筋出力系への影響は市販品とカスタムメイドのソフトタイプを用いて検討した。噛みしめを行うだけでヒラメ筋H反射は著しい促進を受け、その

促進量が噛みしめ強度と相関しているという宮原の報告⁶⁾がある。本実験でも随意性最大噛みしめを行うとH反射の促進量が増加していた。結果には示さなかったが、この最大噛み締めは瞬間的に行われた場合であって、噛みしめを継続させるとむしろH反射は減少した。これは咬筋からの刺激を受けた上位脳がH反射の制御に働いたものと考えられる。さらに、マウスプロテクターを装着した方が噛みしめ時の促進量の増加が顕著であった。この傾向は市販品およびカスタムメイドの両方で観察された。マウスプロテクターが運動能力の向上に寄与するか否かは従来の研究においても意見が二分されているところである。マウスガードの着用によって一部の測定種目に効果をもたらしたというSmithら⁹⁾の報告や等尺性筋力の増加は見られたが、等速性筋力には影響がないという報告もある。また、Greenbergら¹⁰⁾はマウスガードによる等尺性筋力増加は心理的要因であるとしている。しかし、本実験ではプロテクター装着後にヒラメ筋のH反射の促進量は明らかに増加した。この理由としてはプロテクターを着用することにより閉口時の咬筋筋紡錘や歯根膜の圧受容器からの入力に変化が生じ、ヒラメ筋の脊髄単シナプス反射が変調したと思われる。これらの結果はプロテクター装着による運動機能の向上のメカニズムを知る上できわめて重要だと考えられる。特に、口腔からの情報の変化が速やかに全身の運動機能に影響をもたらす点は興味深く、今後詳細な検討が必要であると思われる。

マウスプロテクターは口腔領域におけるスポーツ外傷予防に有効であり、コンタクトスポーツにおいては特にその着用が強く望まれる。しかし、日本の普及率は欧米諸国と比較するときわめて低い。その理由として、スポーツ領域でのマウスプロテクトの認知度の低さが挙げられる。また、使用されているマウスプロテクターも90%以上は既製品であり、装着感、適合性、維持力などに問題を残しており使用を中断するケースも多い。カスタムメイドマウスプロテクターは個人の歯列を元

に製作するため、適合性もよく競技中にも脱落せず、口腔機能や呼吸機能への影響もきわめて少ないとされている。本実験では既製品とカスタムメイドでは筋出力系においての差は認められなかったが、装着感や適合性においてのアンケート調査では圧倒的にカスタムメイドの方がすぐれていた。しかし、そうした利点があるにもかかわらず、カスタムメイドのマウスプロテクターの使用が普及されない理由として①高価である②製作に時間がかかる③歯科医師およびスポーツ関係者のマウスプロテクターに関する情報の認知が低いこと等があげられる。

頭部外傷予防としてのマウスプロテクターの有効性をひろめ、マウスガードの普及をはかるためにはまず選手自身の自覚が必要である。と同時に、多くの歯科医師およびスポーツ関係者の意識向上を図り、プロテクター着用の義務化などの環境づくりが大切である。

ま と め

本研究では7名の学生水泳選手を対象としてマウスプロテクター（カスタムメイド）着用による咬合力の変化について検討した。さらに、成人男子4名を対象にヒラメ筋のH反射の促通を利用して筋出力系に及ぶ影響についても検討を加えた。その結果、次のようなことが明らかとなった。

1. マウスプロテクターを装着すると咬合力は増加し、咬合力バランスにも変化がみられた。特に、ソフトタイプのマウスプロテクターは咬合力の増加が顕著に見られた。また、ハードタイプのプロテクターは咬合力バランスの改善に有効であった。
2. ソフトタイプのマウスプロテクターを装着して随意性最大噛みしめを行うと、ヒラメ筋のH反射の促通増加が認められた。この傾向は市販品でもカスタムメイドにおいても観察された。

これより、マウスプロテクター装着による嚙

みしめが咬筋ならびにヒラメ筋の筋出力形に変化を与えると考えられる。

本研究は、体育学部附属体育研究所1997年度研究助成並びに平成9年度文部省科学研究助成によって実施された。

文 献

- 1) 内藤祐子, 市川公一, 細田三二, 渡辺 剛: スポーツ選手の顎口腔機能について, 国士舘大学体育研究所報, 15:7-13, 1996.
- 2) 市川公一, 櫻井みわ, 松久保 隆, 高江洲義矩, 内藤祐子: 体育学部学生の咬合・咀嚼機能に関する客観的評価と主観的評価, 国士舘大学体育研究所報, 12:51-58, 1993.
- 3) 市川公一, 櫻井みわ, 松久保 隆, 吉野浩一, 高江洲義矩, 内藤祐子: 体育学部学生の咬合・咀嚼機能に関する客観的評価と主観的評価: Dental Prescaleを用いた評価方法の有用性, 国士舘大学体育研究所報, 13:25-31, 1994.
- 4) 市川公一, 内藤祐子, 細田三二, 櫻井みわ, 松久保隆: 大学サッカー選手の咬合機能と握力の関係について, 国士舘大学体育研究所報, 14:21-24, 1995.
- 5) 岩崎秀哉, 井奈波良一, 岩田弘敏: スポーツマンの咬合力と体力, 日本衛生学学会雑誌, 49:654-659, 1994.
- 6) 宮原隆雄: ヒトのヒラメ筋H反射の噛みしめによる変調, 口腔病学雑誌, 58:670-686, 1991.
- 7) 上野俊明: 噛みしめと上肢等尺性運動の関連性に関する研究, 口腔病学雑誌, 62:212-253, 1995.
- 8) 村岡康博, 安永誠, 森部昌弘, 中島美穂子, 中島幸一: 咬合改善に伴う下肢筋力の変化, 日本咀嚼学会雑誌, 5:43-50, 1995.
- 9) Smith S.D.: Adjusting mouthguards kinesiologically in professional footballplayers, NY State Dent J, 48:298-301, 1982.
- 10) Greenberg, M.S., Cohen, S.G., Springer P., and Vergso, J.J.: Mandibular position and upper body strength: a controlled clinical trial. J.A.D.A 103:576-579, 1981.